

Глущенко М.О., студент, Муравьев А.В., к.т.н.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Украина

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА И ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЫМА

Вступление. Одной из главных проблем, приводящих на сегодняшний день к несчастным случаям, является пожар и своевременное его обнаружение. Пожар – неконтролируемое горение в неподобающем месте, развивающееся во времени и пространстве.

Если обратиться к статистике, с начала 2020 года на пожарах в Украине погибло 133 человека и 99 человек пострадали, как сообщила Государственная служба по чрезвычайным ситуациям. Более половины случаев произошли именно в помещениях граждан, которые несвоевременно обнаружили пожар и не успели предотвратить его распространение.

Материалы исследования. Сейчас приборы для детектирования дыма разделяют на две категории: точечные и линейные детекторы. У каждой из них, конечно, есть свои преимущества и недостатки. Линейные детекторы используются для детектирования дыма на очень больших площадях, основным минусом которых является сложность монтажа системы, также для их работы необходимо обеспечить стационарное питание. Точечные детекторы более компактны и менее капризны к размещению и позиционированию в пространстве, поэтому их используют гораздо чаще линейных. С учетом вышесказанного далее в работе будут рассматриваться исключительно точечные детекторы дыма.

Однако, даже точечные детекторы дыма не лишены недостатков, основным из которых является большая восприимчивость к пыли, влаге и различным видам дыма, то есть данные устройства могут иметь ложные срабатывания при повышенной влажности и наличии пыли в воздухе, что

обуславливает возможность возникновения существенных трудностей при их использовании. Как показывает статистика, примерно 43% срабатываний детекторов являются ошибочными.

Современные точечные детекторы имеют более сложный алгоритм детектирования дыма на основе двухволновой технологии по сравнению с устаревшими аналогами, работающими только в одном диапазоне длин волн оптического спектра [1].

Анализ видов дыма. Для более широкого понимания процесса детектирования дыма нужно провести анализ самого явления, его разновидностей и различий между ними. Дым – естественное явление, устойчивая дисперсная система, состоящая из мелких твердых частиц, взвешенных в воздухе или в других газах. Он также является типичным аэрозолем с размерами частиц от 10^{-7} до 10^{-5} м. В отличие от более грубодисперсной системы – пыли, дым не оседает под действием силы земного притяжения. Его частицы также могут служить ядрами конденсации атмосферной влаги, в результате чего возникает туман. В таблице 1 приведены некоторые параметры дыма при различных материалах горения [2].

Таблица 1. Параметры дыма, образованного горением различных материалов

Параметры частиц дыма	ТВ2	ТВ4	ТВ5	ТВ3	ТВ1
	Тление древесины	Горение пенополиуретана	Горение Н-гептана	Тление хлопковых шнуров	Горение дерева
Размер D, мкм	0,45	0,2	0,18	0,15	0,1
Мощность P, кВт	2,3	30	150	32	56

Основные свойства дыма. Прежде чем говорить о возможности обнаружения дыма, сначала имеет смысл проанализировать основные его свойства:

- дым, как опасный фактор пожара, очень трудно отличить от других аэрозолей (пыль, туман, бытовые и промышленные аэрозоли и т. д.), потому что он сам является одним из них;
- различные материалы при горении выделяют дым с определенными свойствами и параметрами;
- на начальном этапе развития пожара на свойства дыма очень сильно влияют параметры окружающей среды (температура и влажность в помещении, потоки воздуха и т. д.);
- в процессе развития и распространения пожара дым меняет свои физические свойства;
- при перемещении и удалении от очага возгорания дым модифицируется как по концентрации, так и по размерам и форме своих частиц.

Причин описанных явлений несколько. Во-первых, это неустойчивость и изменчивый характер самого дыма, как одного из видов аэрозолей. Во-вторых, это изменчивость самого пожара, возникающего, например, от небольшого тления одного вещества и переходящего в широкое горение различных видов материалов и предметов.

Первым выводом проведенного анализа является необходимость наличия у детекторов равномерной чувствительности ко всем возможным размерам частиц дыма при минимальной чувствительности к любым другим частицам, которые не являются продуктами горения. Вторым выводом является то, что на начальном этапе возгорания у частиц дыма очень мало энергии для преодоления препятствий на пути к зоне детектирования и измерения. Без учета этих двух принципиально важных моментов говорить о детектировании дыма невозможно.

Двухволновая технология детектирования дыма. С целью снижения неравномерности чувствительности к видам дыма, которые выделяются при горении различных материалов, а в свою очередь и для различных тестовых

пожаров, инженеры идут разными путями. Работы в области совершенствования промышленных измерителей концентрации частиц и коллоидных растворов не могли не сказаться на развитии технологии оптико-электронных дымовых пожарных извещателей. Были созданы камеры дыма, которые работают не на одной длине волны, а на двух участках оптического спектра одновременно. Эту технологию называли Dual Optical Detecto. Все камеры детектирования дыма, созданные по технологии Dual Optical Detecto, различаются только расположением приемника и двух излучателей.

В чем же заключается суть двухволновой технологии. Разработчики обнаружили неравномерные изменения интенсивности рассеяния для красного и синего излучателей в области размеров частиц 1,0 мкм. Таким образом,

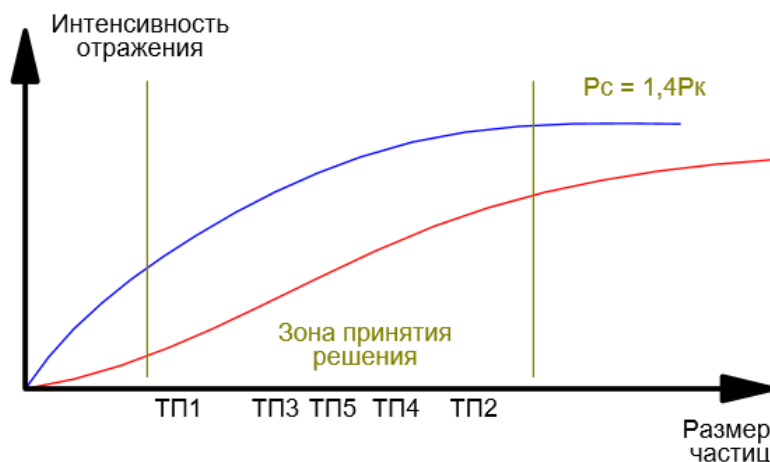


Рис. 1. Зависимость уровня интенсивности рассеяния излучения для излучателей красного и синего цвета

пришли к выводу, что когда интенсивность в зоне прямого рассеяния синего цвета перестает превышать интенсивность рассеивания излучения красного цвета в районе частиц с размерами порядка 1,0 мкм (рис. 1), то можно принять решение об обнаружении частиц, которые не являются продуктами горения. Оба излучателя размещаются практически в непосредственной близости друг от друга и для их различения работают поочередно. В пожарных сиренах EVC-DP используется схема размещения излучателей и приемника с вертикальным смещением между оптическими осями системы 30° . Это позволяет с минимальными габаритами устройства детектировать дым с небольшим процентом ложных срабатываний [3].

Выбор конструкции корпуса дымовых детекторов. Для детектирования дыма необходимо, чтобы все оптические элементы располагались в так

называемой камере дыма, где проводится анализ воздуха. Конструктивные формы корпуса и оптической системы влияют на чувствительность такого устройства. С одной стороны речь идет о минимизации аэродинамического сопротивления воздушным потокам, с другой, о том, что в измерительную зону должна попасть большая часть проходного конвекционного потока смеси воздуха и дыма. В качестве основных условий нормального функционирования камер дыма выделяют шесть главных свойств конструктивного исполнения:

1. форма корпуса не должна обладать высокими аэродинамическими свойствами;
2. расположение входных отверстий должно обеспечивать доступ дыма как для горизонтальных, так и для вертикальных потоков;
3. входные отверстия в пластиковом корпусе должны иметь как можно большие размеры;
4. защитная сетка должна иметь антистатические свойства с обязательным «заземлением»;
5. для движения дыма через чувствительную зону конструкция извещателя должна создавать минимум вертикальных перемещений;
6. основные потоки движения дыма внутри извещателя должны проходить через чувствительную зону.

У кого-то может возникнуть вопрос: как аэродинамика конструкции влияет на энергетику извещателя дыма? Ответ однозначен: существенно и непосредственно [4-6].

Выводы. Своевременное обнаружение очага возгорания является главной задачей противодействия пожарам. Совершенствование технологий детекторов дыма позволяет значительно снизить количество несчастных случаев, вызванных этим бедствием.

Современные датчики дыма, основанные на технологии Dual Optical Detecto, могут обеспечить не только высокую вероятность обнаружения возгорания, но и анализ состава дыма с целью определения его типа для

эффективного предотвращения распространения огня. Двухволновая концепция работы детектора дыма в сочетании с правильной конструкцией камеры датчика позволит обеспечить надежное обнаружение областей возгорания на основе зависимости интенсивности рассеяния различных длин волн света от размера частиц дыма.

Дальнейшие научные исследования в этом направлении позволят не только усовершенствовать методы детектирования дыма, но и снизить себестоимость такого оборудования, что будет способствовать его широкому распространению.

Литература:

1. Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 1 / А. В. Зайцев, И. Г. Неплохов // Журнал алгоритм безопасности. – 2012. – №3. – с. 28.
2. Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 3 / А. В. Зайцев, И. Г. Неплохов // Журнал алгоритм безопасности. – 2012. – №5. – с. 18.
3. Маслов И. А. Нет дыма без огня / И. А. Маслов // Журнал алгоритм безопасности. – 2004. – №3. – с. 54.
4. Пивинская И. В. Проверка временем. Ее не всегда выдерживает чувствительность пожарных извещателей / И. В. Пивинская // БДИ. – №4. – 2004. – с. 55.
5. Зайцев А. В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 2 / А. В. Зайцев // Журнал алгоритм безопасности. – 2012. – №4. – с. 38.
6. Неплохов И. Г. Двухдиапазонные дымовые пожарные извещатели. / И. Г. Неплохов // Системы Безопасности. – 2008. – №3 – с. 40.